

FF 4 priority doc  
J/HAUGTPW  
2-20-02

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re application of

Tomohiro OKUMURA et al.

Serial No. NEW

Filed August 1, 2001

THE COMMISSIONER IS AUTHORIZED  
TO CHARGE ANY DEFICIENCY IN THE  
FEE FOR THIS PAPER TO DEPOSIT  
ACCOUNT NO. 23-0975.

Attn: Application Branch

Attorney Docket No. 2001\_1089A

PLASMA PROCESSING METHOD AND  
APPARATUS THEREOF

1c857 U.S. PRO  
09/918823  
08/01/01



**CLAIM OF PRIORITY UNDER 35 USC 119**

Assistant Commissioner for Patents,  
Washington, DC 20231

Sir:

Applicants in the above-entitled application hereby claim the date of priority under the International Convention of Japanese Patent Application No. 2000-237083, filed August 4, 2000, as acknowledged in the Declaration of this application.

A certified copy of said Japanese Patent Application is submitted herewith.

Respectfully submitted,

Tomohiro OKUMURA et al.

By



Michael S. Huppert  
Registration No. 40,268  
Attorney for Applicants

MSH/kjf  
Washington, D.C. 20006-1021  
Telephone (202) 721-8200  
Facsimile (202) 721-8250  
August 1, 2001

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

Jc057 U.S. 918823  
09/01/01  
08/01/01

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日  
Date of Application:

2000年 8月 4日

出願番号  
Application Number:

特願2000-237083

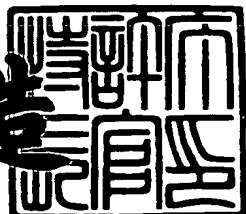
出願人  
Applicant(s):

松下電器産業株式会社

2001年 6月 15日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2001-3056503

【書類名】 特許願  
【整理番号】 2015320080  
【提出日】 平成12年 8月 4日  
【あて先】 特許庁長官殿  
【国際特許分類】 H01L 21/302  
【発明者】  
【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内  
【氏名】 奥村 智洋  
【発明者】  
【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内  
【氏名】 前川 幸弘  
【発明者】  
【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内  
【氏名】 松田 出  
【特許出願人】  
【識別番号】 000005821  
【氏名又は名称】 松下電器産業株式会社  
【代理人】  
【識別番号】 100097445  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 岩橋 文雄  
【選任した代理人】  
【識別番号】 100103355  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 坂口 智康

【選任した代理人】

【識別番号】 100109667

【弁理士】

【氏名又は名称】 内藤 浩樹

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 011305

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9809938

【書類名】 明細書

【発明の名称】 プラズマ処理方法及び装置

【特許請求の範囲】

【請求項1】 真空容器内にガスを供給しつつ真空容器内を排気し、真空容器内を所定の圧力に制御しながら、真空容器内の基板電極に載置された基板に対向して設けられたアンテナに、周波数100kHz乃至3GHzの高周波電力を印加することにより、真空容器内にプラズマを発生させ、基板を処理するプラズマ処理方法であって、金属体に埋め込まれた誘電体ブッシュに設けられた穴から真空容器内にガスを供給することを特徴とするプラズマ処理方法。

【請求項2】 アンテナと真空容器の間に誘電板が挟まれており、アンテナ及び誘電板が真空容器内に突出した構造をなすことを特徴とする、請求項1記載のプラズマ処理方法。

【請求項3】 誘電板の中心付近に設けられた貫通穴を介してアンテナに高周波電圧を給電し、誘電板の中心とも周辺とも異なる一部位に設けられ、かつ、アンテナの中心に対してほぼ等配置されている貫通穴を介して、アンテナと真空容器とをショートピンによって短絡することを特徴とする、請求項2記載のプラズマ処理方法。

【請求項4】 アンテナと真空容器との間に設けられた環状でかつ溝状のプラズマトラップによって、基板上のプラズマ分布が制御された状態で基板を処理することを特徴とする、請求項2記載のプラズマ処理方法。

【請求項5】 金属体が、真空容器の側壁面の一部を構成するリングであることを特徴とする、請求項1記載のプラズマ処理方法。

【請求項6】 金属体が、アンテナとの間にプラズマトラップを構成するよう配置されたリングであることを特徴とする、請求項4記載のプラズマ処理方法。

【請求項7】 真空容器内にガスを供給しつつ真空容器内を排気し、真空容器内を所定の圧力に制御しながら、真空容器内の基板電極または基板電極に対向して設けられた対向電極に、周波数100kHz乃至3GHzの高周波電力を印加することにより、真空容器内にプラズマを発生させ、基板電極に載置された基板を処理するプラズマ処理方法であって、対向電極に埋め込まれた誘電体ブッシュ

に設けられた穴から真空容器内にガスを供給することを特徴とするプラズマ処理方法。

【請求項8】 誘電体ブッシュが、金属体または対向電極に設けられたタップにねじ込まれたボルトであることを特徴とする、請求項1または7記載のプラズマ処理方法。

【請求項9】 誘電体ブッシュの真空容器内壁面側に、誘電体ブッシュを回転させて金属板または対向電極にねじ込むためのドライバーまたはレンチ用座グリが設けられていることを特徴とする、請求項1または7記載のプラズマ処理方法。

【請求項10】 誘電体ブッシュが、金属体または対向電極の表面から0.5乃至20mm突出していることを特徴とする、請求項1または7記載のプラズマ処理方法。

【請求項11】 誘電体ブッシュが、金属体または対向電極の表面から1乃至10mm突出していることを特徴とする、請求項1または7記載のプラズマ処理方法。

【請求項12】 誘電体ブッシュが、金属体または対向電極に設けられた穴の端部を覆うように取り付けられていることを特徴とする、請求項10または11記載のプラズマ処理方法。

【請求項13】 誘電体ブッシュに設けられた穴の大きさが、直径0.2乃至2mmであることを特徴とする、請求項1または7記載のプラズマ処理方法。

【請求項14】 誘電体ブッシュに設けられた穴の大きさが、直径0.4乃至0.8mmであることを特徴とする、請求項1または7記載のプラズマ処理方法。

【請求項15】 誘電体ブッシュに設けられた穴1個当たりのガス供給量が、200sccm以下であることを特徴とする、請求項1または7記載のプラズマ処理方法。

【請求項16】 誘電体ブッシュに設けられた穴1個当たりのガス供給量が、50sccm以下であることを特徴とする、請求項1または7記載のプラズマ処理方法。

【請求項17】 ガスが、アルゴンガスを主体とする混合ガスであることを特徴とする、請求項1または7記載のプラズマ処理方法。

【請求項18】 真空容器内の圧力が、10Pa以下であることを特徴とする、請求項1または7記載のプラズマ処理方法。

【請求項19】 真空容器内の圧力が、1Pa以下であることを特徴とする、請求項1または7記載のプラズマ処理方法。

【請求項20】 アンテナ、基板電極または対向電極に印加する高周波電力の周波数が、50MHz乃至3GHzであることを特徴とする、請求項1または7記載のプラズマ処理方法。

【請求項21】 真空容器と、真空容器内にガスを供給するためのガス供給装置と、真空容器内を排気するための排気装置と、真空容器内に基板を載置するための基板電極と、基板電極に対向して設けられたアンテナと、アンテナに周波数100kHz乃至3GHzの高周波電力を供給することができる高周波電源とを備えたプラズマ処理装置であって、金属体に埋め込まれた誘電体ブッシュに設けられた穴から真空容器内にガスを供給する手段を備えていることを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項22】 アンテナと真空容器の間に誘電板が挟まれており、アンテナ及び誘電板が真空容器内に突出した構造をなすことを特徴とする、請求項21記載のプラズマ処理装置。

【請求項23】 誘電板の中心付近に設けられた貫通穴を介してアンテナに高周波電圧を給電し、誘電板の中心とも周辺とも異なる一部位に設けられ、かつ、アンテナの中心に対してほぼ等配置されている貫通穴を介して、アンテナと真空容器とをショートピンによって短絡することを特徴とする、請求項22記載のプラズマ処理装置。

【請求項24】 アンテナと真空容器との間に設けられた環状でかつ溝状のプラズマトラップによって、基板上のプラズマ分布が制御された状態で基板を処理することを特徴とする、請求項22記載のプラズマ処理装置。

【請求項25】 金属体が、真空容器の側壁面の一部を構成するリングであることを特徴とする、請求項21記載のプラズマ処理装置。

【請求項26】 金属体が、アンテナとの間にプラズマトラップを構成するよう配置されたリングであることを特徴とする、請求項24記載のプラズマ処理装置。

【請求項27】 真空容器と、真空容器内にガスを供給するためのガス供給装置と、真空容器内を排気するための排気装置と、真空容器内に基板を載置するための基板電極と、基板電極に対向して設けられた対向電極と、基板電極または対向電極に周波数100kHz乃至3GHzの高周波電力を供給することができる高周波電源とを備えたプラズマ処理装置であって、対向電極に埋め込まれた誘電体ブッシュに設けられた穴から真空容器内にガスを供給する手段を備えていることを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項28】 誘電体ブッシュが、金属体または対向電極に設けられたタップにねじ込まれたボルトであることを特徴とする、請求項21または27記載のプラズマ処理装置。

【請求項29】 誘電体ブッシュの真空容器内壁面側に、誘電体ブッシュを回転させて金属板または対向電極にねじ込むためのドライバーまたはレンチ用座グリが設けられていることを特徴とする、請求項21または27記載のプラズマ処理装置。

【請求項30】 誘電体ブッシュが、金属体または対向電極の表面から0.5乃至20mm突出していることを特徴とする、請求項21または27記載のプラズマ処理装置。

【請求項31】 誘電体ブッシュが、金属体または対向電極の表面から1乃至10mm突出していることを特徴とする、請求項21または27記載のプラズマ処理装置。

【請求項32】 誘電体ブッシュが、金属体または対向電極に設けられた穴の端部を覆うように取り付けられていることを特徴とする、請求項30または31記載のプラズマ処理装置。

【請求項33】 誘電体ブッシュに設けられた穴の大きさが、直径0.2乃至2mmであることを特徴とする、請求項21または27記載のプラズマ処理装置

【請求項34】 誘電体ブッシュに設けられた穴の大きさが、直径0.4乃至0.8mmであることを特徴とする、請求項21または27記載のプラズマ処理装置。

【請求項35】 アンテナ、基板電極または対向電極に印加する高周波電力の周波数が、50MHz乃至3GHzであることを特徴とする、請求項21または27記載のプラズマ処理装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、半導体等の電子デバイスやマイクロマシンの製造に利用されるプラズマ処理方法及び装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

半導体等の電子デバイスやマイクロマシンの製造において、近年プラズマ処理による薄膜加工技術の重要性はますます高まっている。

【0003】

以下、従来のプラズマ処理方法の一例として、誘導結合プラズマ源を用いたプラズマ処理について、図8を参照して説明する。図8において、真空容器1内に、ガス供給装置2から所定のガスを導入しつつ、排気装置としてのポンプ3により排気を行い、真空容器1内を所定の圧力に保ちながら、コイル用高周波電源4により13.56MHzの高周波電力をコイル23に供給することにより、真空容器1内にプラズマが発生し、基板電極6上に載置された基板7に対してプラズマ処理を行うことができる。また、基板電極6に高周波電力を供給するための基板電極用高周波電源8が設けられており、基板7に到達するイオンエネルギーを制御することができるようになっている。なお、コイル23は、誘電窓24上に配置されている。また、ガスは、真空容器の側壁面の一部を構成する金属リング16に設けられた複数のガス供給穴25から、真空容器内へ導入される。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、微細加工性の向上や、処理面積の大型化を実現するため、処理に用いられるガス流量の増大と、低い圧力での処理が必要とされるようになってきており、従来のプラズマ処理においては、ガス供給穴でのホローカソード放電という異常放電が起きやすいという問題点がある。

## 【0005】

なお、ホローカソード放電とは、以下のようなものである。一般に、プラズマに接している固体表面は、電子とイオンの熱運動速度の違いに起因して負に帯電するため、固体表面には電子を固体表面から追い返す直流電界が生じる。従来例で示したガス供給穴25の内部のように、固体表面によって囲まれた空間では、電子がこの直流電界の存在により、固体表面に衝突する確率が低下するため、電子の寿命が長くなり、その結果、ガス供給穴25の内部で高密度のプラズマが生成される。このような放電を、ホローカソード放電という。

## 【0006】

ガス供給穴でのホローカソード放電の発生は、ガス供給穴の劣化（穴の大きさが経時変化を起こし、徐々に直径が拡大してしまう）や、ガス供給穴を構成する金属物質による基板の汚染の原因となる。

## 【0007】

ホローカソード放電は、ガス供給穴でのガスの流速が大きいほど、また、ガス供給穴近傍での圧力勾配が大きいほど起きやすいことが経験的にわかっており、ガス流量が大きいほど、また、真空容器内の圧力が低いほど、ホローカソード放電は起きやすくなる。したがって、微細加工性の向上や、処理面積の大型化を実現するため、処理に用いられるガス流量の増大と、低い圧力での処理が必要とされるようになり、ガス供給穴でのホローカソード放電の問題は、より顕著な問題点として浮上してきている。

## 【0008】

本発明は、上記従来の問題点に鑑み、ガス供給穴でのホローカソード放電が起きにくいプラズマ処理方法及び装置を提供することを目的としている。

## 【0009】

## 【課題を解決するための手段】

本願の第1発明のプラズマ処理方法は、真空容器内にガスを供給しつつ真空容器内を排気し、真空容器内を所定の圧力に制御しながら、真空容器内の基板電極に載置された基板に対向して設けられたアンテナに、周波数100kHz乃至3GHzの高周波電力を印加することにより、真空容器内にプラズマを発生させ、基板を処理するプラズマ処理方法であって、金属体に埋め込まれた誘電体ブッシュに設けられた穴から真空容器内にガスを供給することを特徴とする。

## 【0010】

本願の第1発明のプラズマ処理方法は、アンテナと真空容器の間に誘電板が挟まれており、アンテナ及び誘電板が真空容器内に突出した構造をなす場合にも有効な方法である。

## 【0011】

また、この場合、好適には、誘電板の中心付近に設けられた貫通穴を介してアンテナに高周波電圧を給電し、誘電板の中心とも周辺とも異なる一部位に設けられ、かつ、アンテナの中心に対してほぼ等配置されている貫通穴を介して、アンテナと真空容器とをショートピンによって短絡することが望ましい。

## 【0012】

また、好適には、アンテナと真空容器との間に設けられた環状でかつ溝状のプラズマトラップによって、基板上のプラズマ分布が制御された状態で基板を処理することが望ましい。

## 【0013】

本願の第1発明のプラズマ処理方法は、金属体が、真空容器の側壁面の一部を構成するリングである場合にも有効な方法である。

## 【0014】

また、金属体が、アンテナとの間にプラズマトラップを構成するよう配置されたリングである場合にも有効な方法である。

## 【0015】

本願の第2発明のプラズマ処理方法は、真空容器内にガスを供給しつつ真空容器内を排気し、真空容器内を所定の圧力に制御しながら、真空容器内の基板電極または基板電極に対向して設けられた対向電極に、周波数100kHz乃至3G

H<sub>z</sub>の高周波電力を印加することにより、真空容器内にプラズマを発生させ、基板電極に載置された基板を処理するプラズマ処理方法であって、対向電極に埋め込まれた誘電体ブッシュに設けられた穴から真空容器内にガスを供給することを特徴とする。

## 【0016】

本願の第1または第2発明のプラズマ処理方法において、好適には、誘電体ブッシュが、金属体または対向電極に設けられたタップにねじ込まれたボルトであることが望ましい。

## 【0017】

また、好適には、誘電体ブッシュの真空容器内壁面側に、誘電体ブッシュを回転させて金属板または対向電極にねじ込むためのドライバーまたはレンチ用座グリが設けられていることが望ましい。

## 【0018】

また、好適には、誘電体ブッシュが、金属体または対向電極の表面から0.5乃至20mm突出していることが望ましい。

## 【0019】

さらに、好適には、誘電体ブッシュが、金属体または対向電極の表面から1乃至10mm突出していることが望ましい。

## 【0020】

また、誘電体ブッシュが、金属体または対向電極の表面から突出している場合においては、誘電体ブッシュが、金属体または対向電極に設けられた穴の端部を覆うように取り付けられていることが望ましい。

## 【0021】

また、好適には、誘電体ブッシュに設けられた穴の大きさが、直径0.2乃至2mmであることが望ましい。

## 【0022】

さらに、好適には、誘電体ブッシュに設けられた穴の大きさが、直径0.4乃至0.8mmであることが望ましい。

## 【0023】

また、好適には、誘電体ブッシュに設けられた穴1個当たりのガス供給量が、  
200 sccm以下であることが望ましい。

【0024】

さらに、好適には、誘電体ブッシュに設けられた穴1個当たりのガス供給量が  
、50 sccm以下であることが望ましい。

【0025】

本願の第1または第2発明のプラズマ処理方法は、ガスが、アルゴンガスを主  
体とする混合ガスである場合に、とくに有効な方法である。

【0026】

また、真空容器内の圧力が、10 Pa以下である場合に、とくに有効な方法で  
ある。

【0027】

さらに、真空容器内の圧力が、1 Pa以下である場合に、とくに有効な方法で  
ある。

【0028】

また、アンテナ、基板電極または対向電極に印加する高周波電力の周波数が、  
50 MHz乃至3 GHzである場合に、とくに有効な方法である。

【0029】

本願の第3発明のプラズマ処理装置は、真空容器と、真空容器内にガスを供給  
するためのガス供給装置と、真空容器内を排気するための排気装置と、真空容器  
内に基板を載置するための基板電極と、基板電極に対向して設けられたアンテナ  
と、アンテナに周波数100 kHz乃至3 GHzの高周波電力を供給することの  
できる高周波電源とを備えたプラズマ処理装置であって、金属体に埋め込まれた  
誘電体ブッシュに設けられた穴から真空容器内にガスを供給することを特徴とす  
る。

【0030】

本願の第3発明のプラズマ処理装置は、アンテナと真空容器の間に誘電板が挿  
まれており、アンテナ及び誘電板が真空容器内に突出した構造をなす場合にも有  
効な装置である。

【0031】

また、この場合、好適には、誘電板の中心付近に設けられた貫通穴を介してアンテナに高周波電圧を給電し、誘電板の中心とも周辺とも異なる一部位に設けられ、かつ、アンテナの中心に対してほぼ等配置されている貫通穴を介して、アンテナと真空容器とをショートピンによって短絡することが望ましい。

【0032】

また、好適には、アンテナと真空容器との間に設けられた環状でかつ溝状のプラズマトラップによって、基板上のプラズマ分布が制御された状態で基板を処理することが望ましい。

【0033】

本願の第3発明のプラズマ処理装置は、金属体が、真空容器の側壁面の一部を構成するリングである場合にも有効な装置である。

【0034】

また、金属体が、アンテナとの間にプラズマトラップを構成するよう配置されたリングである場合にも有効な装置である。

【0035】

本願の第4発明のプラズマ処理装置は、真空容器と、真空容器内にガスを供給するためのガス供給装置と、真空容器内を排気するための排気装置と、真空容器内に基板を載置するための基板電極と、基板電極に対向して設けられた対向電極と、基板電極または対向電極に周波数100kHz乃至3GHzの高周波電力を供給することのできる高周波電源とを備えたプラズマ処理装置であって、対向電極に埋め込まれた誘電体ブッシュに設けられた穴から真空容器内にガスを供給することを特徴とする。

【0036】

本願の第3または第4発明のプラズマ処理装置において、好適には、誘電体ブッシュが、金属体または対向電極に設けられたタップにねじ込まれたボルトであることが望ましい。

【0037】

また、好適には、誘電体ブッシュの真空容器内壁面側に、誘電体ブッシュを回

転させて金属板または対向電極にねじ込むためのドライバーまたはレンチ用座グリが設けられていることが望ましい。

【0038】

また、好適には、誘電体ブッシュが、金属体または対向電極の表面から0.5乃至20mm突出していることが望ましい。

【0039】

さらに、好適には、誘電体ブッシュが、金属体または対向電極の表面から1乃至10mm突出していることが望ましい。

【0040】

また、誘電体ブッシュが、金属体または対向電極の表面から突出している場合においては、誘電体ブッシュが、金属体または対向電極に設けられた穴の端部を覆うように取り付けられていることが望ましい。

【0041】

また、好適には、誘電体ブッシュに設けられた穴の大きさが、直径0.2乃至2mmであることが望ましい。

【0042】

さらに、好適には、誘電体ブッシュに設けられた穴の大きさが、直径0.4乃至0.8mmであることが望ましい。

【0043】

本願の第3または第4発明のプラズマ処理装置は、アンテナ、基板電極または対向電極に印加する高周波電力の周波数が、50MHz乃至3GHzである場合に、とくに有効なプラズマ処理装置である。

【0044】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の第1実施形態について、図1乃至図3を参照して説明する。

【0045】

図1に、本発明の第1実施形態において用いたプラズマ処理装置の断面図を示す。図1において、真空容器1内に、ガス供給装置2から所定のガスを導入しつつ、排気装置としてのポンプ3により排気を行い、真空容器1内を所定の圧力に

保ちながら、アンテナ用高周波電源4により100MHzの高周波電力を真空容器1内に突出して設けられたアンテナ5に供給することにより、真空容器1内にプラズマが発生し、基板電極6上に載置された基板7に対してプラズマ処理を行うことができる。また、基板電極6に高周波電力を供給するための基板電極用高周波電源8が設けられており、基板7に到達するイオンエネルギーを制御することができるようになっている。アンテナ5へ供給される高周波電圧は、給電棒9により、アンテナ5の中心付近へ給電される。また、アンテナ5の中心とも周辺とも異なる複数の部位と真空容器1の基板7に対向する面1' とが、ショートピン10により短絡されている。アンテナ5と真空容器1との間に誘電板11が挟まれ、給電棒9及びショートピン10は、誘電板11に設けられた貫通穴を介してそれぞれアンテナ5とアンテナ用高周波電源4、アンテナ5と真空容器1' とを接続している。また、アンテナ5の表面は、カバー12により覆われている。また、誘電板11と誘電板11の周辺部に設けられた誘電体リング13との間の溝状の空間と、アンテナ5とアンテナ5の周辺部に設けられた導体リング14との間の溝状の空間からなるプラズマトラップ15が設けられている。ガスは、真空容器の側壁面の一部を構成する金属リング16に設けられた誘電体ブッシュ17に設けられたガス供給穴（図示しない）から、真空容器1内へ導入される。

## 【0046】

図2に、誘電体ブッシュ17近傍の詳細図を示す。誘電体ブッシュ17の真空容器内壁面側に、誘電体ブッシュ17を回転させて金属リング16にねじ込むためのドライバー用座グリ19が設けられている。そして、金属リング16には、誘電体ブッシュ17をねじ込むためのタップ20が設けられている。誘電体ブッシュ17は、ボルト状である。また、誘電体ブッシュ17は、金属リング16の表面から5mm突出している。誘電体ブッシュ17は、金属リング16に設けられた穴の端部21を覆うように取り付けられている。誘電体ブッシュ17に設けられたガス供給穴18の大きさは、直径0.5mmである。また、誘電体ブッシュ17は、金属リング16に合計8個設けられており、ほぼ等方的にガスを真空容器1内に噴出できるようになっている。アンテナ5の平面図を図3に示す。図3において、ショートピン10は3ヶ所に設けられており、それぞれのショート

ピン10がアンテナ5の中心に対して等配置されている。

【0047】

図1乃至図3に示すプラズマ処理装置において、イリジウム膜付き基板をエッティングした。エッティング条件は、アルゴン／塩素=260/20 sccm、圧力=0.3 Pa、アンテナ電力=1500W、基板電極電力=400Wである。ガスの総流量が $260 + 20 = 280$  sccmで、ガス供給穴の数が8であるから、ガス供給穴1個当たりのガス供給量は、 $280 / 8 = 35$  sccmである。このような条件でエッティング処理したところ、ガス供給穴18でのホローカソード放電は発生せず、良好な放電状態を得ることができた。

【0048】

このように、ホローカソード放電が抑制できた理由は、ガス供給穴18における高周波電界が従来例に比べて弱まったためであると考えられる。ホローカソード放電の起き易さは、ガスの流速や圧力勾配にも大きく影響を受けるが、ガス供給穴に到達する高周波電界の影響も大きいものと考えられる。ガス供給穴18の周辺を誘電体としたことと、誘電体ブッシュ17を金属リング16の表面から5mm突出させたことにより、ガス供給穴18の出口における高周波電界が弱められ、ホローカソード放電を抑制できたものと考えられる。

【0049】

以上述べた本発明の第1実施形態においては、本発明の適用範囲のうち、真空容器の形状、アンテナの形状及び配置等に関して様々なバリエーションのうちの一部を例示したに過ぎない。本発明の適用にあたり、ここで例示した以外にも様々なバリエーションが考えられることは、いうまでもない。

【0050】

以上述べた本発明の第1実施形態においては、誘電板の中心付近に設けられた貫通穴を介してアンテナに高周波電圧を給電し、誘電板の中心とも周辺とも異なる一部位に設けられ、かつ、アンテナの中心に対してほぼ等配置されている貫通穴を介して、アンテナと真空容器とをショートピンによって短絡する場合について説明したが、このような構成とすることでプラズマの等方性をより高めることができる。基板が小さい場合などは、ショートピンを用いなくても、十分に高い

面内均一性が得られることは、いうまでもない。

【0051】

また、以上述べた本発明の第1実施形態において、アンテナと真空容器との間に設けられた環状でかつ溝状のプラズマトラップによって、基板上のプラズマ分布が制御された状態で基板を処理する場合について説明したが、このような構成とすることでプラズマの均一性をより高めることができる。基板が小さい場合などは、プラズマトラップを用いなくても、十分に高い面内均一性が得られることは、いうまでもない。

【0052】

また、アンテナとして図8の従来例に示した誘導結合プラズマ源におけるコイル23や、図4に示す表面波プラズマ源における電磁波放射アンテナ26などを用いる場合にも、本発明は有効である。

【0053】

また、以上述べた本発明の第1実施形態において、誘電体ブッシュが埋め込まれた金属体が、真空容器の側壁面の一部を構成するリングである場合について説明したが、図5に示すように、誘電体ブッシュが埋め込まれた金属体が、アンテナとの間にプラズマトラップを構成するよう配置された導体リング14である場合にも有効な方法である。

【0054】

次に、本発明の第2実施形態について、図6乃至図7を参照して説明する。

【0055】

図6に、本発明の第2実施形態において用いたプラズマ処理装置の断面図を示す。図6において、真空容器1内に、ガス供給装置2から所定のガスを導入しつつ、排気装置としてのポンプ3により排気を行い、真空容器1内を所定の圧力に保ちながら、基板電極用高周波電源8により13.56MHzの高周波電力を、基板電極6に供給することにより、真空容器1内にプラズマが発生し、基板電極6上に載置された基板7に対してプラズマ処理を行うことができる。基板電極6に対向して対向電極22が設けられており、ガスは、対向電極22に設けられた誘電体ブッシュ17に設けられたガス供給穴（図示しない）から、真空容器1内

へ導入される。

## 【0056】

図7に、誘電体ブッシュ17近傍の詳細図を示す。誘電体ブッシュ17の真空容器内壁面側に、誘電体ブッシュ17を回転させて対向電極22にねじ込むためのドライバー用座グリ19が設けられている。そして、対向電極22には、誘電体ブッシュ17をねじ込むためのタップ20が設けられている。誘電体ブッシュ17は、ボルト状である。また、誘電体ブッシュ17は、対向電極22の表面から5mm突出している。誘電体ブッシュ17は、対向電極22に設けられた穴の端部21を覆うように取り付けられている。誘電体ブッシュ17に設けられたガス供給穴18の大きさは、直径0.5mmである。また、誘電体ブッシュ17は、対向電極22に合計80個設けられており、基板に向かってガスを真空容器1内に噴出できるようになっている。

## 【0057】

図6乃至図7に示すプラズマ処理装置において、アルミニウム膜付き基板をエッチングした。エッチング条件は、塩素／三塩化ホウ素／アルゴン=200/600/800sccm、圧力=5Pa、基板電極電力=4kWである。ガスの総流量が $200 + 600 + 800 = 1600$ sccmで、ガス供給穴の数が80であるから、ガス供給穴1個当たりのガス供給量は、 $1600 / 80 = 20$ sccmである。このような条件でエッチング処理したところ、ガス供給穴18でのホローカソード放電は発生せず、良好な放電状態を得ることができた。

## 【0058】

このように、ホローカソード放電が抑制できた理由は、ガス供給穴18における高周波電界が従来例に比べて弱まったためであると考えられる。ホローカソード放電の起き易さは、ガスの流速や圧力勾配にも大きく影響を受けるが、ガス供給穴に到達する高周波電界の影響も大きいものと考えられる。ガス供給穴18の周辺を誘電体としたことと、誘電体ブッシュ17を対向電極22の表面から5mm突出させたことにより、ガス供給穴18の出口における高周波電界が弱められ、ホローカソード放電を抑制できたものと考えられる。

## 【0059】

以上述べた本発明の実施形態においては、誘電体ブッシュが、金属体または対向電極に設けられたタップにねじ込まれたボルトである場合について説明したが、誘電体ブッシュは必ずしもボルト状である必要はなく、くさび状に金属体または対向電極に埋め込まれたものであってもよい。しかし、誘電体ブッシュがボルトである場合には、消耗部品としての誘電体ブッシュの交換が容易であるという利点がある。

## 【0060】

また、誘電体ブッシュの真空容器内壁面側に、誘電体ブッシュを回転させて金属板または対向電極にねじ込むためのドライバー用座グリが設けられている場合について説明したが、ドライバー用座グリに限らず、レンチ等様々な工具にあつた形状を工夫することができる。また、誘電体ブッシュがくさび状である場合には、座グリは無くてもよいことは、いうまでもない。

## 【0061】

また、誘電体ブッシュが、金属体または対向電極の表面から5mm突出している場合について説明したが、我々は、概ね0.5mm以上突出していることが望ましいという実験結果を得ているので、突出長がこの範囲にあることが望ましい。しかし、あまり突出しすぎていると、誘電体ブッシュの欠けが生じる恐れがあるので、概ね20mm以下の突出にとどめた方がよい。確実にホローカソード放電を抑制し、かつ、誘電体ブッシュの欠けを防止できる突出長として、1乃至10mm程度が最適であると考えられる。

## 【0062】

また、誘電体ブッシュが、金属体または対向電極に設けられた穴の端部を覆うように取り付けられている場合について説明したが、このような構成とすることにより、金属体または対向電極に設けられた穴の端部がプラズマに長時間曝されることによって劣化することを、効果的に防止することができる点において、好ましい。

## 【0063】

また、誘電体ブッシュに設けられた穴の大きさが、直径0.5mmである場合について説明したが、我々は、穴の大きさが小さいほどホローカソード放電が起

きにくいという実験結果を得ているので、穴の大きさは概ね2mm以下であることが望ましい。しかし、あまり小さすぎるものは加工が困難であるので、穴の直径は概ね0.2mm以上とした方がよい。確実にホローカソード放電を抑制し、かつ、加工が容易である穴直径として、0.4乃至0.8mm程度が最適であると考えられる。

## 【0064】

また、誘電体ブッシュに設けられた穴1個当たりのガス供給量が、35sccmである場合、20sccmである場合について説明したが、穴1個当たりのガス供給量は小さいほどホローカソード放電は起きにくいので、穴1個当たりのガス供給量は、概ね200sccm以下であることが望ましい。より確実にホローカソード放電を抑制するには、誘電体ブッシュに設けられた穴1個当たりのガス供給量は、50sccm以下であることが望ましい。こうした条件を満たすためには、プラズマ処理におけるガス流量を減らすことの他に、ガス供給穴の数を増す方法があることはいうまでもない。

## 【0065】

また、ガスが、アルゴンガスを主体とする混合ガスである場合について説明したが、我々は、ガスの種類によってホローカソード放電の起き易さが異なっており、アルゴンガスの場合これが非常に起きやすいことを経験的に確かめており、本発明はとくに、ガスが、アルゴンガスを主体とする混合ガスである場合に有効な方法である。しかし、他のガスを用いる場合であっても、本発明はホローカソード放電の抑制に極めて有効な方法である。

## 【0066】

また、真空容器内の圧力が、0.3Paである場合、5Paである場合について説明したが、真空容器内の圧力が低いほどホローカソード放電は起き易いので、本発明は、真空容器内の圧力が10Pa以下である場合に、有効な方法である。さらに、真空容器内の圧力が、1Pa以下である場合に、とくに有効な方法である。

## 【0067】

また、アンテナ、基板電極または対向電極に印加する高周波電力の周波数が、

100MHz または 13.56MHz である場合について説明したが、低圧力化でのプラズマ処理には、100kHz 乃至 3GHz の高周波電力を用いることができ、そのすべての領域において本発明は有効である。しかし、高周波電力の周波数が高いほど、電磁波が広い範囲に拡がっていく傾向があるので、ガス供給穴における高周波電界も大きくなりやすい。したがって、本発明は、高周波電力の周波数が高い場合、とくに、50MHz 乃至 3GHz である場合に、有効な方法である。

## 【0068】

## 【発明の効果】

以上の説明から明らかなように、本願の第1発明のプラズマ処理方法によれば、真空容器内にガスを供給しつつ真空容器内を排気し、真空容器内を所定の圧力に制御しながら、真空容器内の基板電極に載置された基板に対向して設けられたアンテナに、周波数 100kHz 乃至 3GHz の高周波電力を印加することにより、真空容器内にプラズマを発生させ、基板を処理するプラズマ処理方法であって、金属体に埋め込まれた誘電体ブッシュに設けられた穴から真空容器内にガスを供給するため、ガス供給穴でのホローカソード放電が起きにくいプラズマ処理を実現できる。

## 【0069】

また、本願の第2発明のプラズマ処理方法によれば、真空容器内にガスを供給しつつ真空容器内を排気し、真空容器内を所定の圧力に制御しながら、真空容器内の基板電極または基板電極に対向して設けられた対向電極に、周波数 100kHz 乃至 3GHz の高周波電力を印加することにより、真空容器内にプラズマを発生させ、基板電極に載置された基板を処理するプラズマ処理方法であって、対向電極に埋め込まれた誘電体ブッシュに設けられた穴から真空容器内にガスを供給するため、ガス供給穴でのホローカソード放電が起きにくいプラズマ処理を実現できる。

## 【0070】

また、本願の第3発明のプラズマ処理装置によれば、真空容器と、真空容器内にガスを供給するためのガス供給装置と、真空容器内を排気するための排気装置

と、真空容器内に基板を載置するための基板電極と、基板電極に対向して設けられたアンテナと、アンテナに周波数100kHz乃至3GHzの高周波電力を供給することのできる高周波電源とを備えたプラズマ処理装置であって、金属体に埋め込まれた誘電体ブッシュに設けられた穴から真空容器内にガスを供給するため、ガス供給穴でのホローカソード放電が起きにくいプラズマ処理を実現できる。

## 【0071】

また、本願の第4発明のプラズマ処理装置によれば、真空容器と、真空容器内にガスを供給するためのガス供給装置と、真空容器内を排気するための排気装置と、真空容器内に基板を載置するための基板電極と、基板電極に対向して設けられた対向電極と、基板電極または対向電極に周波数100kHz乃至3GHzの高周波電力を供給することのできる高周波電源とを備えたプラズマ処理装置であって、対向電極に埋め込まれた誘電体ブッシュに設けられた穴から真空容器内にガスを供給するため、ガス供給穴でのホローカソード放電が起きにくいプラズマ処理を実現できる。

## 【図面の簡単な説明】

## 【図1】

本発明の第1実施形態で用いたプラズマ処理装置の構成を示す断面図

## 【図2】

本発明の第1実施形態で用いた誘電体ブッシュ近傍の詳細図

## 【図3】

本発明の第1実施形態で用いたアンテナの平面図

## 【図4】

本発明を表面波プラズマ源方式プラズマ処理装置に適用した場合の構成を示す断面図

## 【図5】

本発明の第1実施形態の変形例であるプラズマ処理装置の構成を示す断面図

## 【図6】

本発明の第2実施形態で用いたプラズマ処理装置の構成を示す断面図

【図7】

本発明の第2実施形態で用いた誘電体ブッシュ近傍の詳細図

【図8】

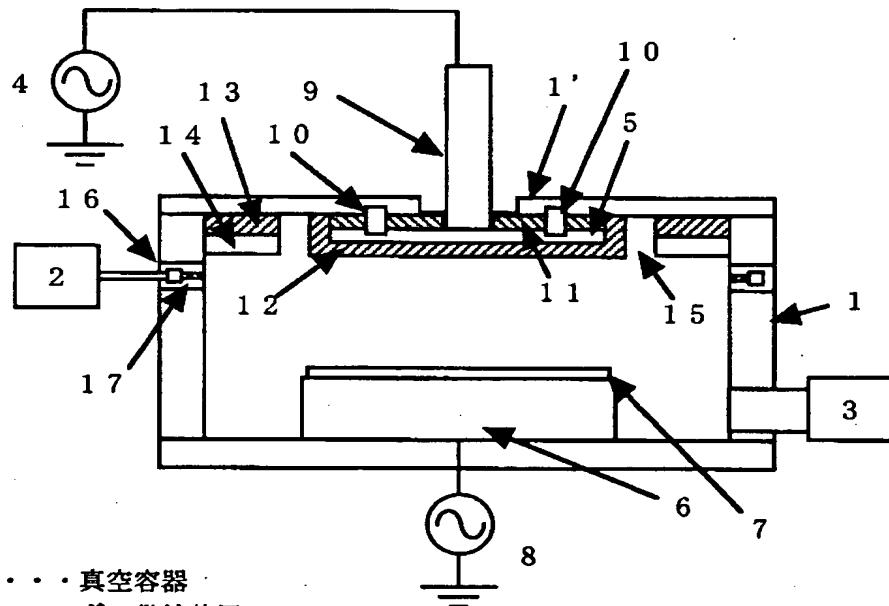
従来例で用いたプラズマ処理装置の構成を示す断面図

【符号の説明】

- 1 真空容器
- 2 ガス供給装置
- 3 ポンプ
- 4 アンテナ用高周波電源
- 5 アンテナ
- 6 基板電極
- 7 基板
- 8 基板電極用高周波電源
- 9 給電棒
- 10 ショートピン
- 11 誘電板
- 12 カバー
- 13 誘電体リング
- 14 導体リング
- 15 プラズマトラップ
- 16 金属リング
- 17 誘電体ブッシュ

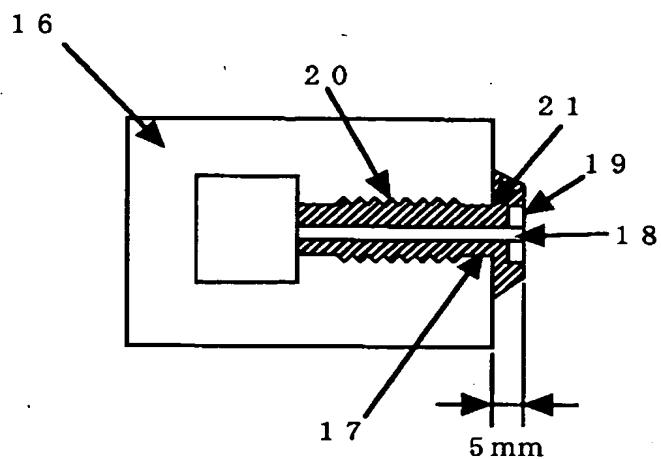
【書類名】 図面

【図1】

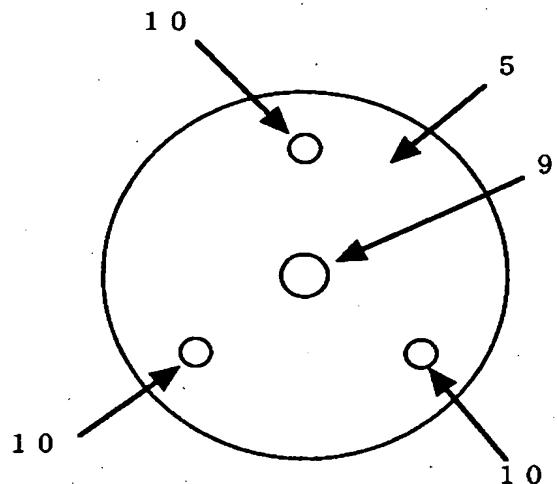


- 1 . . . 真空容器
- 2 . . . ガス供給装置
- 3 . . . ポンプ
- 4 . . . アンテナ用高周波電源
- 5 . . . アンテナ
- 6 . . . 基板電極
- 7 . . . 基板
- 8 . . . 基板電極用高周波電源
- 9 . . . 給電棒
- 10 . . . ショートピン
- 11 . . . 誘電板
- 12 . . . カバー
- 13 . . . 誘電体リング
- 14 . . . 導体リング
- 15 . . . プラズマトラップ
- 16 . . . 金属リング
- 17 . . . 誘電体ブッシュ

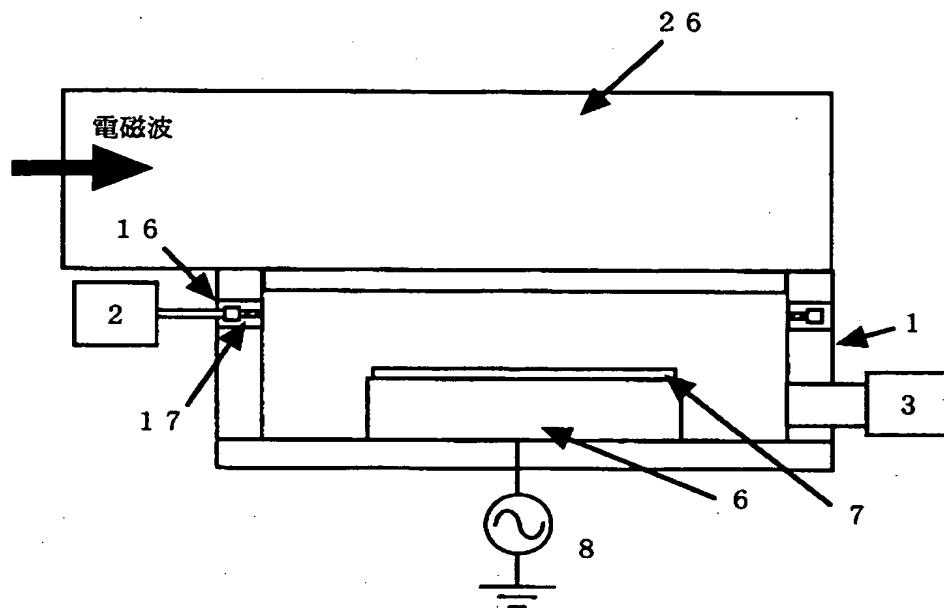
【図2】



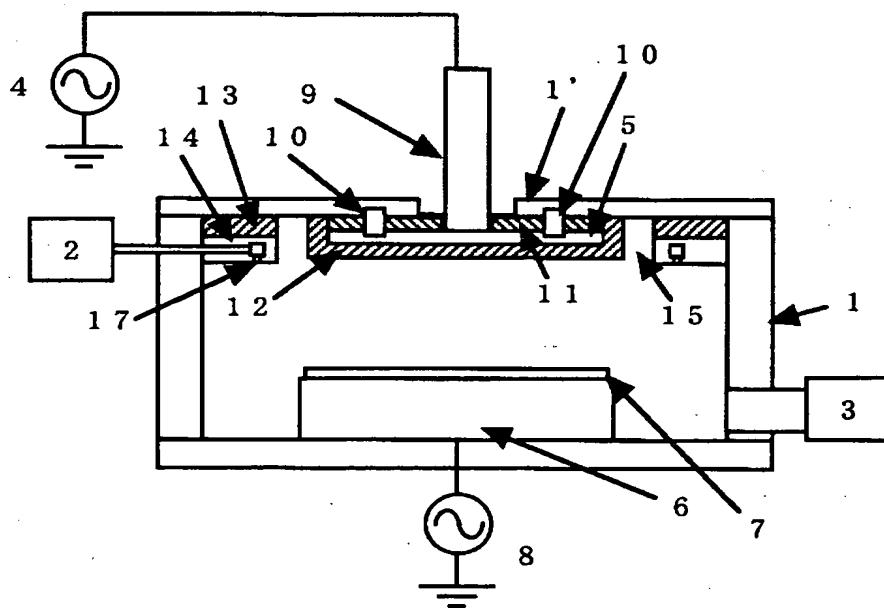
【図3】



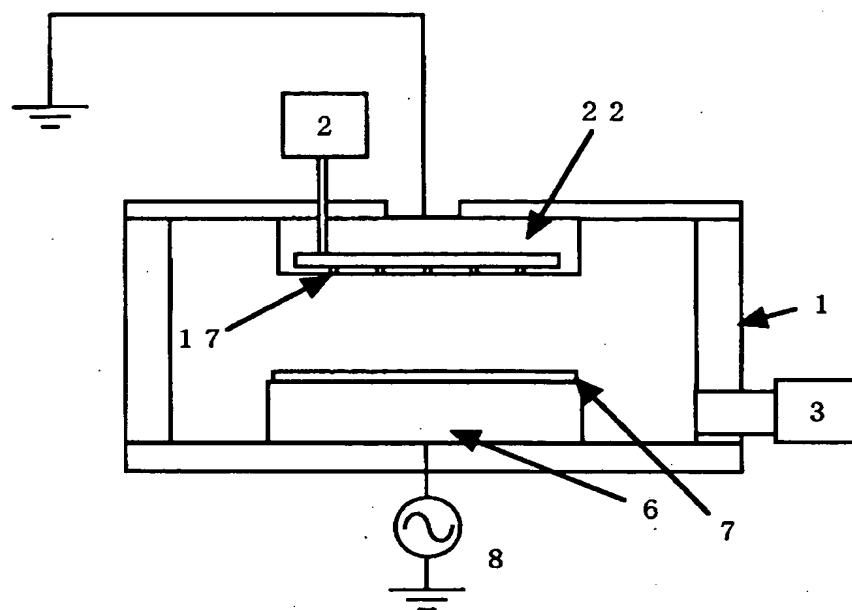
【図4】



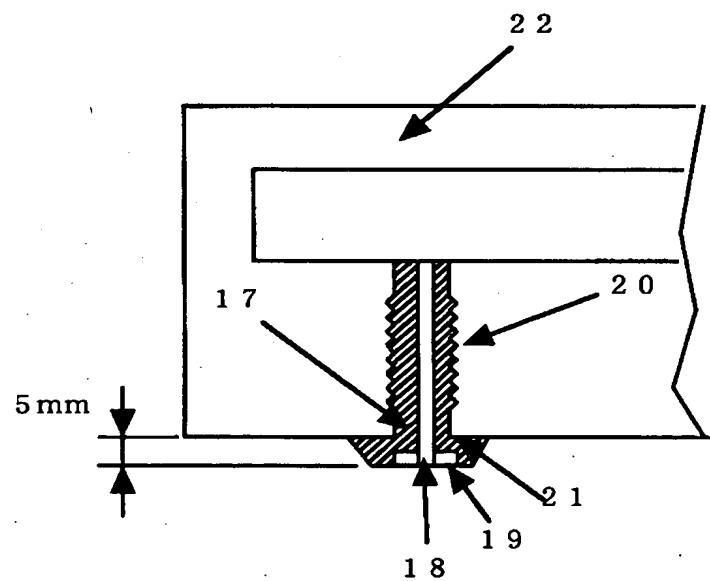
【図5】



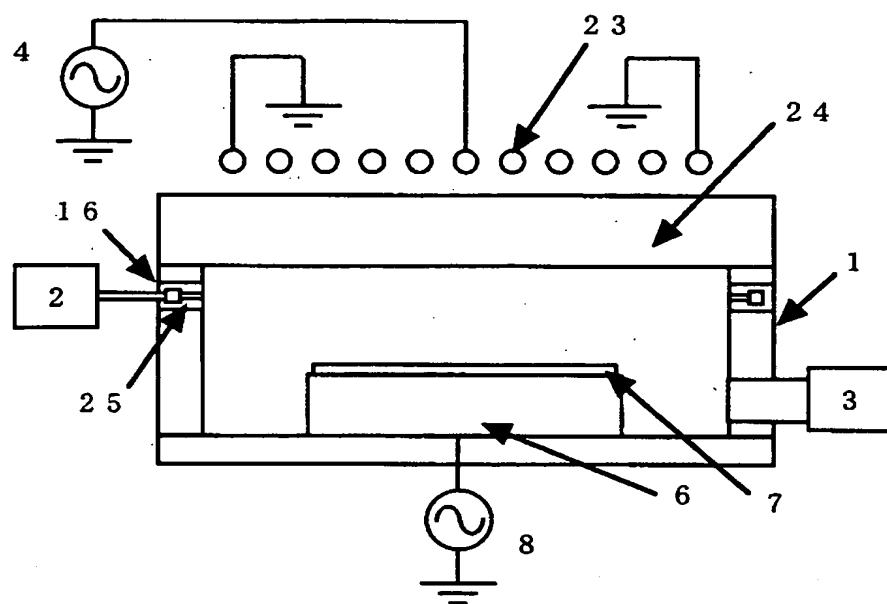
【図6】



【図7】



【図8】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 ガス供給穴でのホローカソード放電が起きにくいプラズマ処理方法及び装置を提供する。

【解決手段】 真空容器1内に、ガス供給装置2から所定のガスを導入しつつ、排気装置としてのポンプ3により排気を行い、真空容器1内を所定の圧力に保ちながら、アンテナ用高周波電源4により100MHzの高周波電力を真空容器1内に突出して設けられたアンテナ5に供給することにより、真空容器1内にプラズマが発生し、基板電極6上に載置された基板7に対してプラズマ処理を行うことができる。ガスは、真空容器の側壁面の一部を構成する金属リング16に設けられた誘電体ブッシュ17に設けられたガス供給穴から、真空容器1内へ導入されるため、ガス供給穴での高周波電界が効果的に弱められ、ホローカソード放電が極めて起きにくいプラズマ処理を実現できた。

【選択図】 図1

出願人履歴情報

識別番号 [000005821]

1. 変更年月日 1990年 8月28日

[変更理由] 新規登録

住 所 大阪府門真市大字門真1006番地

氏 名 松下電器産業株式会社